饲粮类型对育肥湖羊生长性能、屠宰性能和肉品质的影响

侯川川[1] 马莲香[1] 邱家凌[1] 鲁鑫涛[1] 何俊娜[1] 郭 阳[1] 刘 兵[1] 吴阿团[2] 余东游[1*]

（1. 浙江大学动物科学学院，杭州 310058；2. 湖州市畜牧兽医局，湖州 330500）

摘 要：在饲粮能量及粗蛋白质水平基本相同的条件下，本试验研究了饲粮类型对育肥湖羊生长性能、屠宰性能、血清生化指标和肉品质的影响。试验选用 90 只体重相近[（24.67±2.53）kg]的 90 日龄健康公湖羊，随机分为 3 组，每组 3 个重复，每个重复 10 只羊。3 组分别饲喂传统精粗饲粮（对照组，CK 组）、全混合日粮（TMR 组）、粗料+精料颗粒料（CP 组）。试验期 120 d。结果表明：1）从育肥全期来看，与 CK 组相比，CP 组和 TMR 组平均日增重分别显著提高了 19.81%和 16.09%（$P<0.05$），TMR 组和 CP 组之间差异不显著（$P>0.05$）；CP 组和 TMR 组料重比较 CK 组分别显著降低了 8.46%和 13.39%（$P<0.05$）。2）TMR 组屠宰率较 CK 组和 CP 组分别显著提高了 5.78%和 6.08%（$P<0.05$），CP 与 CK 组差异不显著（$P>0.05$）；各组间胴体重和眼肌面积无显著差异（$P>0.05$）。3）CP 组血清中总蛋白的含量显著高于 TMR 组和 CK 组（$P<0.05$），TMR 组显著高于 CK 组（$P<0.05$）；TMR 组和 CP 组血清尿素氮含量显著低于 CK 组（$P<0.05$）；各组间血清中白蛋白、总胆固醇和甘油三酯的含量均无显著差异（$P>0.05$）。4）与 CK 组相比，TMR 组肌肉的失水率和剪切力显著降低（$P<0.05$），但与 CP 组相比变化不显著（$P>0.05$）；3 种饲粮类型对肌肉的肉色、pH 和熟肉率均无显著影响（$P>0.05$）。结果提示，与传统精粗饲粮相比，TMR 和精料颗粒料均可显著提高育肥湖羊的平均日增重，降低料重比，改善肉品质，且 TMR 组的效果优于 CP 组。

收稿日期：2018-05-15

基金项目：湖州市农业科技创新团队项目（2014HN01）

作者简介：侯川川（1993—），男，江苏徐州人，硕士研究生，研究方向为动物营养与饲料科学。E-mail: 18114168872@163.com

***通信作者：**余东游，研究员，硕士生导师，E-mail: dyyu@zju.edu.cn

关键词：饲粮类型；湖羊；生长性能；屠宰性能；肉品质

中图分类号：S826　　　　文献标识码：　　　　　　　文章编号：

湖羊是世界著名多胎绵羊品种，具有肉用性能好、膻味轻、屠宰率高、肉质细嫩鲜美等特质，是唯一具有夜食习性的绵羊品种，具有良好的舍饲性能。但是湖羊长期以来均采用传统的精粗分饲饲养方式，不同饲料的适口性不同，不仅易造成挑食现象，严重影响饲料利用率[1]，而且会导致湖羊营养摄取不全面，不能充分满足其生长和生产的需要。而全混合日粮（TMR）营养均衡，适口性好，可减少饲料浪费，提高饲料转化率，降低饲养成本[2]。此外，颗粒饲料是经过高温程序加工而成的，饲料原料中的淀粉得到了充分糊化，极大提高了其消化利用率，同时减少了饲料原料分级，防止动物挑食[3]。为此，本试验以育肥湖羊为研究对象，根据湖羊的营养需要和生理特征，设计了 3 种不同类型的饲粮，探讨不同类型饲粮对育肥湖羊生长性能、屠宰性能、血清生化指标及其肉品质的影响，旨在探寻湖羊实际生产中更为适宜的饲粮类型，为湖羊产业的持续健康发展提供技术支持。

1　材料与方法

1.1　试验时间和地点

试验于 2016 年 7 月至 2016 年 11 月在浙江省湖州怡辉生态农业有限公司的湖羊养殖场进行。

1.2　试验设计

本试验采用单因子随机区组设计，选取采食正常、体重相近[（24.65±2.80） kg]的健康公湖羊 90 只（90 日龄），随机分为 3 组，分别饲喂传统精粗饲粮（对照组，CK 组）、自主研发的 TMR（TMR 组）、粗料+精料颗粒料（CP 组），每组 3 个重复，每个重复 10 只羊。预试期 10 d，正试期 120 d，分为前期（90~150 日龄）和后期（151~210 日龄）2 个饲养阶段。预试期开始时饲喂湖羊保育料，在 10 d 内逐渐换为试验饲粮。

1.3　试验饲粮

试验饲粮以玉米-豆腐渣为基础精料，花生秸秆和黄豆秸秆为粗料，参照《肉羊饲养标准》（NY/T816-2004）和中国饲料成分及营养价值表（2015 年第 26 版）配制而成。受试湖羊预混料产品由湖州市农业创新团队与浙江威盟饲料科技有限公司联合研制。3 组饲粮配方一致，区别是饲粮饲喂方式（或加工类型）不同，其组成及营养水平见表 1。

表 1　试验饲粮组成及营养水平（干物质基础）

Table 1　Compositions and nutrient levels of experimental diets (DM basis) %

项目 Items	组别 Groups					
	CK		TMR		CP	
	前期 Early stage	后期 Later stage	前期 Early stage	后期 Later stage	前期 Early stage	后期 Later stage
原料 Ingredients						
花生秸秆 Peanuts straw	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
黄豆秸秆 Soybean straw	10.00	9.00	10.00	9.00	10.00	9.00
玉米 Corn	13.00	18.00	13.00	18.00	13.00	18.00
麸皮 Bran	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
米糠 Rice bran	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
豆腐渣 Tofu residue	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
豆粕 Soybean meal	4.00		4.00		4.00	
石粉 Limestone	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
食盐 NaCl	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
沸石粉 Zeolite powder	1.50	1.50				
预混料 Premix[1)]			1.50	1.50	1.50	1.50

合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrition level2)						
代谢能 ME/（MJ/kg）	11.87	11.91	11.87	11.91	11.87	11.91
粗蛋白质 CP	14.27	14.37	14.23	14.35	14.10	14.26
中性洗涤纤维 NDF	20.65	20.12	20.88	20.09	20.93	20.23
酸性洗涤纤维 ADF	15.56	15.04	15.77	15.00	15.82	15.13
钙 Ca	0.63	0.58	0.61	0.59	0.62	0.60
磷 P	0.35	0.32	0.34	0.33	0.33	0.31

1)预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of diets:VA 22 million IU，VD_3 45 million IU，VE 300 mg，烟酰胺 nicotinamide 350 mg，Cu 0.8 g，Fe 0.8 g，Zn 1.6 g，Mn 1.6 g，I 25 mg，Se 5 mg，Co 5 mg。

2)营养水平除代谢能外均为实测值。Nutrient levels were all measured values except ME.

1.4 饲养管理

试验湖羊采用网上分栏饲养的方式，自然光照，30 ℃以下自然通风，高于 30 ℃自然通风加纵向负压通风；每天 06:30 和 16:30 各喂料 1 次，第 1 次占饲喂量 40%、第 2 次占饲喂量 60%；饲养期间自由采食和饮水（鸭嘴式饮水器）；根据湖州地区商品代湖羊常规防疫制度进行免疫，定期驱虫。

1.5 测定指标及方法

1.5.1 生长性能

受试湖羊分别于 90、150、210 日龄，以只为单位空腹称重。每天 06:30 饲喂前记录每个重复湖羊的投料量和剩料量，计算湖羊平均日增重（ADG）、平均日采食量（ADFI）和料重比（F/G）。

1.5.2 屠宰性能

于试验第 120 天，每个重复选取 3 只体重相近的健康公湖羊禁食 24 h 后称重，颈静脉放血处死。记录屠宰前湖羊的宰前活重，去头、蹄、内脏，剥皮后称出胴体重，计算屠宰率。

屠宰率（%））=100×胴体重/宰前活重

横向切开第 12 与第 13 肋骨之间脊椎上眼肌（背最长肌），立即用硫酸纸绘出眼肌横切面轮廓面积，计算眼肌面积。眼肌面积（cm^2）=眼肌高（cm）×眼肌宽（cm）×0.7。

1.5.3 血清生化指标

屠宰时采集血液，立即离心（3 000 r/min，15 min）制备血清，分装于 1.5 mL 离心管内，-20 ℃保存以备分析。用南京建成生物工程研究所生产的试剂盒测定血清总蛋白（TP）、白蛋白（ALB）、尿素氮（UN）、总胆固醇（TC）和甘油三酯（TG）的含量。

1.5.4 肉品质

肉色指标：现场采用柯尼卡美能达 CR－410 色差计测定背最长肌的亮度(L^*)、红度(a^*)和黄度(b^*)值。

pH：用 pH 计分别测定宰后 45 min、24 h 背最长肌（第 12 和第 13 脊椎间）的 $pH_{45\ min}$ 和 $pH_{24\ h}$，分别测定背最长肌上、中、下 3 个部位的 pH，取平均值为该样品的 pH。

失水率：取背最长肌肉样约 1.5 g 放置于多层滤纸中，用膨胀压缩仪施压 35 kg，持续 5 min 后取出测压后重，计算失水率。失水率(%)=100×（压前重－压后重）／压前重。

熟肉率：取 200 g 左右的背最长肌肉样（去除肌膜和附着脂肪），称重后置于沸水中蒸煮 30 min，取出后 0～4 ℃冷却 2 h，再称重，计算熟肉率。熟肉率(%)=100×（煮前重/煮后重。

嫩度：把除去筋膜和表面可见脂肪的背最长肌置于 90 ℃水浴锅中加热 40 min，然后冷却至室温，按肌纤维垂直方向切成 1 cm×1 cm×1 cm 的条块。在 C-LM3 型数显式肌肉嫩度仪上剪切 8 次，以肉样的平均剪切力值代表肌肉的嫩度。

1.6　数据处理分析

试验数据经 Excel 2003 整理后，用 SPSS 19.0 统计软件进行单因素方差分析（one-way ANOVA），差异显著则用 Duncan 氏法进行多重比较，以 P<0.05 为差异显著。试验结果用平均值和标准误（SEM）表示。

2　结果与分析

2.1　饲粮类型对育肥湖羊生长性能的影响

由表 2 可知，在育肥前期，TMR 组 ADG 最佳，CP 组次之，分别比 CK 组显著提高了 14.87%和 13.12%（P<0.05）；TMR 组和 CP 组料重比分别比 CK 组显著降低了 13.54%和 14.70%（P<0.05），而各组 ADFI 均无显著差异（P>0.05）。在育肥后期，CP 组 ADG 最佳，TMR 组次之，较 CK 组分别显著提高了 32.75%和 18.46%（P<0.05），而 TMR 组和 CP 组之间差异不显著（P>0.05）；CP 组 ADFI 分别比 CK 组和 TMR 组显著提高了 21.05%和 18.29%（P<0.05），而 TMR 组与 CK 组差异不显著（P>0.05）；TMR 组料重比较 CK 组显著降低了 14.27%（P<0.05），但与 CP 组相比差异不显著（P>0.05）。从育肥全期来看，TMR 组和 CP 组末重分别比 CK 组显著提高了 4.51%和 5.52%（P<0.05），而 TMR 组和 CP 组差异不显著（P>0.05）；与 CK 组相比，CP 组和 TMR 组 ADG 分别显著提高了 19.81%和 16.09%（P<0.05），TMR 组和 CP 组之间差异不显著（P>0.05）；与 CK 组相比，CP 组和 TMR 组料重比分别显著降低了 8.46%和 13.39%（P<0.05）。

表 2　饲粮类型对育肥湖羊生长性能的影响

Table 2　Effects of different diet types on growth performance of fattening *Hu* sheep

项目 Items	组别 Groups			标准误 SEM	*P* 值 *P*-value
	CK	TMR	CP		
前期 Early stage					

初重 IBW/kg	25.10	24.54	24.39	0.28	0.55
末重 FBW/kg	34.71	35.58	35.26	0.33	0.57
平均日增重 ADG/g	160.19^{a}	184.01^{b}	181.20^{b}	3.72	0.02
日均采食量 ADFI/kg	1.38	1.38	1.34	0.02	0.49
料重比 F/G	8.64^{a}	7.47^{b}	7.37^{b}	0.22	<0.01
后期 Later stage					
初重 IBW/kg	34.71	35.58	35.26	0.33	0.55
末重 FBW/kg	39.67^{a}	41.46^{b}	41.86^{b}	0.38	0.04
平均日增重 ADG/g	82.78^{a}	98.06^{b}	109.89^{b}	3.03	<0.01
日均采食量 ADFI/kg	1.71^{a}	1.75^{a}	2.07^{b}	0.06	0.02
料重比 F/G	20.82^{b}	17.85^{a}	18.80^{ab}	0.54	0.04
全期 Whole stage					
初重 IBW/kg	25.10	24.54	24.39	0.28	0.64
末重 FBW/kg	39.67^{a}	41.46^{b}	41.86^{b}	0.42	0.04
平均日增重 ADG/g	121.48^{a}	141.03^{b}	145.54^{b}	2.79	<0.01
日均采食量 ADFI/kg	1.55	1.57	1.70	0.03	0.11
料重比 F/G	12.77^{b}	11.06^{a}	11.69^{a}	0.28	<0.01

同行数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著(P>0.05)，不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。下表同。

In the same row, values with no letter or the same letter superscripts mean no significant difference (P＞0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (P＜0.05). The same as below.

2.2 饲粮类型对育肥湖羊屠宰性能的影响

由表 3 可知，TMR 组屠宰率较 CK 组和 CP 组分别显著提高了 5.78%和 6.08%（P<0.05），

CP 组与 CK 组差异不显著（P>0.05）；各组间胴体重和眼肌面积无显著差异（P>0.05）。

表 3　饲粮类型对育肥湖羊屠宰性能的影响

Table 3　Effects of different diet types on slaughter performance of fattening *Hu* sheep

项目 Items	组别 Groups			标准误	*P* 值
	CK	TMR	CP	SEM	*P*-value
宰前活重 LWBS/kg	45.82	45.92	45.58	0.59	0.98
胴体重 Carcass weight/kg	23.64	25.08	23.44	0.48	0.36
屠宰率 Dressing percentage/%	51.59^{a}	54.57^{b}	51.44^{a}	0.60	0.02
眼肌面积 Eye muscle area/cm^2	16.78	18.93	19.50	0.62	0.18

2.3　饲粮类型对育肥湖羊血清生化指标的影响

由表 4 可知，CP 组血清中总蛋白的含量显著高于 TMR 组和 CK 组（P<0.05），TMR 组显著高于 CK 组（P<0.05）；TMR 组和 CP 组血清尿素氮含量显著低于 CK 组（P<0.05）；各组间血清中白蛋白、总胆固醇和甘油三酯的含量均无显著差异（P>0.05）。

表 4　饲粮类型对育肥湖羊血清生化指标的影响

Table 4　Effects of different diet types on serum biochemical indices of fattening *Hu* sheep

项目 Items	组别 Groups			标准误	*P* 值
	CK	TMR	CP	SEM	*P*-value
总蛋白 TP/(g/L)	88.44^{a}	96.66^{b}	111.69^{c}	3.52	<0.01
白蛋白 ALB/(g/L)	38.34	41.75	36.90	1.40	0.39
尿素氮 UN / (mmol/L)	3.32^{b}	2.45^{a}	2.43^{a}	0.16	<0.01
总胆固醇 TC/(mmol/L)	1.97	2.05	1.58	0.14	0.38
甘油三酯 TG/(mmol/L)	0.40	0.39	0.31	0.03	0.57

2.4　饲粮类型对育肥湖羊肉品质的影响

由表 5 可知，与 CK 组相比，TMR 组肌肉的失水率和剪切力显著降低（P<0.05），但与 CP 组相比变化不显著（P>0.05）；3 种饲粮类型对肌肉的肉色、pH 和熟肉率均没有产生显著影响（P>0.05）。

表 5　饲粮类型对育肥湖羊肉品质的影响

Table 5　Effects of different diet types on meat quality of fattening *Hu* sheep

项目 Items	组别 Groups CK	TMR	CP	标准误 SEM	*P* 值 *P*-value
肉色 Flesh color					
亮度 L^*	27.13	26.84	26.30	0.50	0.84
红度 a^*	21.42	21.34	20.78	0.24	0.55
黄度 b^*	9.03	8.94	9.03	0.21	0.99
$pH_{45\ min}$	6.20	6.17	6.12	0.02	0.31
$pH_{24\ h}$	5.40	5.37	5.43	0.01	0.23
失水率 Water loss rate/%	2.35^{b}	1.48^{a}	1.83^{ab}	0.15	0.02
熟肉率 Cooked meat rate/%	51.69	54.48	53.38	0.63	0.21
剪切力 Shear force/N	137.52^{b}	111.79^{a}	125.98^{ab}	4.84	0.07

3　讨　论

3.1　饲粮类型对育肥湖羊生长性能的影响

吴新忠等[4]采用 TMR 饲喂 4~5 月龄育肥羔羊，结果表明与精粗分饲方式相比，TMR 显著提高了羔羊的日增重。本试验采用 TMR 饲喂育肥湖羊，与对照组相比显著提高了育肥湖羊前期、后期和全期的平均日增重，结果与上述报道基本一致。原因可能是 TMR 混合均匀，

营养均衡，适口性好，充分满足了湖羊的营养需求，进而促进了湖羊的生长发育[5]。林嘉等[6]研究显示，与饲喂相同配方的粉状饲料相比，颗粒化饲料可以提高湖羊的日增重。孙振国等[7]研究表明，使用稻草颗粒料饲喂湖羊，显著提高了湖羊的日增重。本试验结果也得到了证实，可能是颗粒饲料形成的食糜在消化道内的流通速率加快，减少湖羊采食、反刍消耗的能量，增加有效能的摄入量，进而促进湖羊的生长[6]。

此外，本研究还发现，育肥湖羊饲喂 TMR 显著降低了前期、后期和全期的料重比，改善了湖羊的饲料转化率。柴君秀等[2]研究报道，与精粗分饲组相比，TMR 组肉羊饲料转化效率显著提高了 35.20%。周玉香等[8]试验表明，TMR 组滩羊料重比为 9.37:1，低于精粗分饲组，滩羊能更有效地利用 TMR。范占炼等[9]试验结果提示，与精粗分饲相比，TMR 可使各种瘤胃微生物活动更加协调，维持瘤胃 pH 的相对稳定，从而提高了瘤胃的发酵效率，提高饲料转化效率。林嘉等[6]研究证实，与饲喂相同配方的粉状饲料相比，颗粒化饲料显著降低了湖羊的料重比，饲料转化率提高。殷雨洋等[10]研究发现，与补饲粉料相比，羔羊补饲颗粒饲料可显著降低料重比，降幅为 11.7%。本试验结果与前人的研究报道一致，可能是颗粒料制粒过程中因蒸汽作用，淀粉糊化，饲料的消化率提高。

3.2 饲粮类型对育肥湖羊屠宰性能的影响

屠宰率是反映家畜产肉率的重要指标之一，屠宰率越高，家畜的产肉能力就越大[11]。李长春等[11]和刘庭玉等[12]研究表明，与传统饲粮相比，饲喂 TMR 显著改善了羔羊的屠宰率。王婕姝等[13]试验报道，颗粒饲料可以提高育肥羔羊的屠宰率。本试验中，饲喂 TMR 可显著提高湖羊的屠宰率，而饲喂颗粒饲料没有显著影响湖羊的屠宰率。原因可能与试验料的配方原料组成、营养水平、饲喂方式和生理阶段等不确定因素有关[14-16]。

眼肌面积是衡量肉羊胴体品质的指标之一，一般情况下眼肌面积越大，肉羊胴体重越大。本试验结果表明，TMR 组和 CP 组育肥湖羊眼肌面积较 CK 组分别提高了 12.81%和 16.21%，但差异不显著。王婕姝等[13]用颗粒饲料饲喂羔羊，发现羔羊的眼肌面积不受影响，而李长

春等[11]的试验报道，饲喂 TMR 羔羊组显著提高了羔羊的眼肌面积，此差异可能与受试湖羊的品种、年龄和体重的不同密切关联[11]。

3.3 饲粮类型对育肥湖羊血清生化指标的影响

血清总蛋白含量高低通常与动物蛋白质营养供应状况、机体免疫和生长性能相关联，其含量升高是蛋白质代谢旺盛的体现，有利于机体对蛋白质的吸收和利用[17]。反刍动物研究[18-19]表明，黄牛饲喂 TMR 或细毛羊饲喂颗粒料后的血清总蛋白含量显著高于对照组。本研究也发现了上述类似结果，TMR 组和 CP 组湖羊血清总蛋白含量显著高于对照组，说明 TMR 和颗粒饲料可显著促进湖羊机体代谢的蛋白质同化作用[19]。

血清尿素氮是蛋白质代谢产生的副产物，该值的变化可作为动物体内蛋白质代谢和饲粮氨基酸平衡状况较为准确的反映指标[20]。尿素氮含量与体内氮沉积率、蛋白质或氨基酸利用率呈负相关，血清尿素氮含量低表明机体氮代谢效率高[21]。有试验报道，与粉料相比，TMR 可显著降低肉羊和奶牛血清中尿素氮的含量[22-23]，颗粒料饲喂肉牛可显著降低血清尿素氮含量[24]。本研究也发现了类似结果，饲喂 TMR 或精料颗粒料的湖羊血清尿素氮含量均显著低于传统精粗饲粮组。

血清总胆固醇与机体的能量代谢密切相关，其含量高低可以反映出机体对脂肪的利用程度[25]。王婕姝等[26]研究表明，羊饲喂颗粒饲粮后血液中的总胆固醇含量低于对照组，有提高羔羊脂肪利用率趋势，但效果不显著。刘圈炜等[27]研究发现，颗粒饲料对山羊血清总胆固醇含量变化的影响不大，对脂类代谢未产生不利影响。本试验结果与上述报道基本一致。

3.4 饲粮类型对育肥湖羊肉品质的影响

肉色是评定肉品质的重要指标之一，其决定了消费者对肉品的可接受性，在肉色评定中，一般认为 L^*值越低，a^*值越高，b^*值越低，肉色越好[28]。肉色源于肌肉中存在色素，肌肉色素主要由肌红蛋白、血红蛋白以及微量的有色代谢物组成[29]。Rousset-Akrim 等[30]发现，肉色有随着胴体重增加而逐渐变深的趋势，但不呈线性变化，当羔羊达到一定日龄阶段时，肉

色的变化就趋于稳定[31]。本试验中，TMR 组和 CP 组湖羊肌肉肉色的 L^*、a^*和 b^*值均无显著差异，表明试验羊的肉色已处于稳定生理阶段，不同饲粮类型对肉色没有产生显著影响。

pH 对肉色、嫩度、保水力均有较大影响[32]。刚屠宰时肌肉的 pH 在 6.0~7.0 为正常[33]，肌肉中乳酸的产生量决定了宰后 pH 下降的速度和程度，对肉的加工特性有着特殊影响，如果 pH 下降很快，$pH_{45\,min}<5.9$，肉会变得多汁、苍白，风味和持水性差（PSE 肉）；如果 pH 下降很慢并且不完全，$pH_{24\,h}>6.0$，肉会变得色深、硬且易腐败（DFD 肉）。本试验中，不同饲粮类型对肌肉 pH 未产生显著影响，与先前报道类似[34-35]，均符合鲜肉的评定标准，但与 $pH_{45\,min}$ 值相比，TMR 组和 CP 组的 $pH_{24\,h}$ 均出现了明显的下降现象，均下降到接近 5 的水平，原因可能是屠宰后血液循环停止，肌肉细胞处于无氧呼吸阶段，动用肌糖元产生乳酸，同时磷酸肌酸转化为磷酸，使肌肉的 pH 显著降低，但 24 h 降低到 5 左右对肉品质没有大的影响，反而对肉的成熟有促进作用[33]。

系水力是肌肉受到外力作用如加压、加热、冷冻、切碎时保持水分的能力[36]，它对肉的滋味、香气、营养成分、多汁性、嫩度、色泽等有很大的影响。系水力通常用失水率和熟肉率来表示，失水率越低，熟肉率越高，肉的保水性能和肉品质就越好。刘庭玉等[12]、王晓光等[34]研究表明，TMR 组羔羊的失水率显著低于对照组，TMR 使羊肉具有更好的鲜嫩多汁性。而王婕姝等[13]、王永超等[35]研究发现，颗粒饲料饲喂育肥羔羊或肉牛，肌肉失水率受影响较小。本试验也发现类似结果，湖羊饲喂 TMR 可显著降低羔羊肌肉失水率，提高肌肉保水性能，而饲喂精料颗粒料的湖羊肌肉失水率变化不明显。

肌肉嫩度一般用剪切力表示，是消费者评判肉质优劣的最常用指标[37]。剪切力值越大代表其硬度越大，嫩度越小；反之嫩度越大。本试验结果表明，饲喂 TMR 饲粮可显著提高湖羊肌肉嫩度，而 CP 组的肌肉嫩度介于对照组和 TMR 组之间，差异不显著，可能是 TMR 的营养水平、饲喂方式等更能满足湖羊肌肉生长特点，增加了肌间脂肪沉积，减少了结缔组织的含量，进而提高了肉的嫩度[35,38-39]。

4 结 论

① 与传统精粗饲粮相比，饲喂 TMR 和精料颗粒料均能显著提高育肥湖羊的平均日增重，降低料重比。

② 饲喂 TMR 可显著提高湖羊的屠宰率，增加羊肉的保水性，提高肌肉嫩度，且饲喂效果优于精料颗粒料。

参考文献：

[1] 胡琳,王定发,周汉林,等.全混合日粮(TMR)在养羊产业中的应用前景[J].养殖与饲料,2015(7):25–29.

[2] 柴君秀,李颖康,丁伟,等.肉羊全混合日粮技术与传统精粗分饲技术效果对比试验[J].黑龙江畜牧兽医,2014(1):76–77.

[3] 王勇.颗粒饲料养羊效果好[J].中国畜牧兽医文摘,2016,32(12):220.

[4] 吴新忠,李桉,丑武江.肉羊杂交一代 TMR 饲喂技术的应用试验[J].黑龙江畜牧兽医,2015(24):66–67.

[5] 李纪委,赵俊,赵本领,等.TMR 饲喂技术在肉羊养殖中的应用[J].安徽农业科学,2016,44(9):124–125,179.

[6] 林嘉,俞坚群,李建芬,等.不同处理的全混合日粮对幼龄湖羊的饲喂效果[J].中国畜牧杂志,2001,37(6):36–38.

[7] 孙振国,费明锋.稻草复合羊颗粒饲料饲喂湖羊增重效果试验[J].养殖与饲料,2017(11):36–37.

[8] 周玉香,吕玉玲,保灵燕,等.TMR 对滩羊采食量和生产性能影响的研究[J].畜牧与兽医,2015,47(7):55–57.

[9] 范占炼,王光文.奶牛全混合日粮的应用[J].当代畜牧,2000(6):11–12.

[10] 殷雨洋,李玉峰,李江涛,等.湖羊哺乳羔羊补饲颗粒料的效果[J].浙江农业科学,2017,58(7):1257–1259.

[11] 李长春,成启明,王志军,等.饲草型 FTMR 对羔羊生产性能的影响[J].中国草地学报,2017,39(2):90–95.

[12] 刘庭玉,贾玉山,格根图,等.饲草型全混合日粮对羔羊肉品质的影响[J].草地学报,2012,20(2):378–382.

[13] 王婕姝,韩向敏,王毅.秸秆颗粒型日粮对育肥羔羊屠宰指标及肉品质的影响[J].畜牧与饲料科学,2017,38(6):41–44.

[14] 马美蓉,金凤花,董迪,等.大叶枸草粉替代部分豆粕对舍饲羔羊生长、屠宰性能与肉质特性的影响[J].中国畜牧杂志,2014,50(7):40–43.

[15] 宋晓雯,朱风华,王利华,等.日粮能量水平对育成期崂山奶山羊屠宰性能的研究[J].中国畜牧杂志,2016,52(7):55–60.

[16] 周世卫,代立霞,田春丽,等.4～8 月龄滩羊日粮能蛋比相同条件下分阶段育肥的效果研究[J].中国畜牧杂志,2016,52(23):44–52.

[17] 宋晓雯,朱风华,王利华,等.饲粮能量水平对育成期崂山奶山羊生长性能和血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(2):609–617.

[18] 汤继顺,贾玉堂,李立冰,等.不同饲喂模式对大别山黄牛育肥性能与生化指标的影响[J].中国草食动物,2011,31(6):31–33.

[19] 王志明,王婕姝,王毅,等.秸秆颗粒饲料冬春补饲对甘肃‘高山细毛羊’生长性能和血液生化指标的影响[J].甘肃农业大学学报,2016,51(5):14–19.

[20] STANLEY C C,WILLIAMS C C,JENNY B F,et al.Effects of feeding milk replacer once versus twice daily on glucose metabolism in Holstein and Jersey calves[J].Journal of Dairy Science,2002,85(9):2335–2343.

[21] 董志岩,叶鼎承,李忠荣,等.理想蛋白质氨基酸模式对生长猪生产性能、血清尿素氮及游离氨基酸的影响[J].家畜生态学报,2010,31(5):30–34.

[22] 邱玉朗,罗斌,于维,等.发酵全混合日粮对肉羊生长性能与血液生化指标的影响[J].饲料研究,2013(12):46–48.

[23] 周振峰,王晶,王加启,等.裹包 TMR 饲喂对泌乳中期奶牛生产性能、养分表观消化率及血液生化指标的影响[J].草业学报,2010,19(5):31–37.

[24] 王毅.育肥肉牛用玉米秸秆型颗粒饲料的研究[D].硕士学位论文.兰州:甘肃农业大学,2014.

[25] ABDEL-SALAM A M,ZEITOUN M M,ABDELSALAM M M.Effect of synbiotic supplementation on growth performance,blood metabolites,insulin and testosterone and wool traits of growing lambs[J].Journal of Biological Sciences,2014,14(4):292–298.

[26] 王婕姝,赵芳芳,王毅,等.秸秆颗粒型日粮对育肥羔羊生长性能和血液生化指标的影响[J].甘肃农业大学学报,2014,49(5):51–57.

[27] 刘圈炜,魏立民,王峰,等.全价颗粒饲料对育肥海南黑山羊血清生化指标的影响[J].饲料研究,2017(2):37–39,43.

[28] MANCINI R A,HUNT M C.Current research in meat color[J].Meat Science,2005,71(1):100–121.

[29] 王永辉,马俪珍.肌肉颜色变化的机理及其控制方法初探[J].肉类工业,2006(4):18–21.

[30] ROUSSET-AKRIM S,YOUNG O A,BERDAGU J L.Diet and growth effects in panel assessment of sheep meat odour and flavour[J].Meat Science,1997,45(2):169–181.

[31] ALEXANDROVA N,BANSKALIEVA V,ANGELOV A,et al.Meat quality characteristics and fatty acid composition of triacylglicerols in out-of-season born lambs[C]//42th International Congress of Meat Science and Technology.Lillehammer：[s.n.],1996:204–205.

[32] WATANABE A,DALY C C,DEVINE C E.The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing[J].Meat Science,1996,42(1):67–78.

[33] 王莉梅.全混合发酵饲料对羊肉品质的影响[D].硕士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2013.

[34] 王晓光.饲草型全混日粮饲用价值评价研究[D].博士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2011.

[35] 王永超,郭江鹏,姜成钢,等.添加颗粒料对小牛肉用奶公犊牛生长性能、血液指标及肉品质的影响[J].饲料研究,2014(21):4–10.

[36] 马铁伟,王强,王锋,等.营养水平对湖羊生长性能、血清生化指标、屠宰性能和肉品质的影响[J].南京农业大学学报,2016,39(6):1003–1009.

[37] 周光宏.畜产品加工学[M].北京:中国农业出版社,2002.

[38] 苗海明,高爱武,杨金丽,等.动物肌内脂肪沉积对肉嫩度影响的研究进展[J].中国农学通报,2012,28(11):51–54.

[39] 苏日古嘎.育肥模式对绒山羊成年母羊肉品质的影响及其与羔羊肉品质比较研究[D].硕士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2013.

Effects of Different Diet Types on Growth Performance, Slaughter Performance and Meat Quality of Fattening *Hu* Sheep

HOU Chuanchuan[1] MA Lianxiang[1] QIU Jialing[1] LU Xintao[1] HE Junna[1] GUO Yang[1]
LIU Bing[1] WU A’tuan[2] YU Dongyou[1*]

(1. *College of Animal Science, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China; 2. Huzhou Bureau of Animal Husbandry and Veterinary, Huzhou 330500, China)*

Abstract: Under diets with the same energy and crude protein level conditions, this experiment was aimed to investigate effects of different diet types on growth performance, slaughter performance, serum biochemical indices and meat quality of fattening *Hu* sheep. Ninety 90-days-old healthy male sheep with similar weight of (24.67±2.53) kg were randomly divided into 3 groups, 3 replicates per group and 10 sheep per replicate. The three groups were fed traditional concentrate and coarse diets (control group, CK group), total mixed ration (TMR group) and coarse material+concentrate pellets (CP group), respectively. The experimental lasted for 120 days. The results showed as follows: 1) from the whole fattening period, compared with the CK group, the average daily gain (ADG) in CP group and TMR group was significantly increased by 19.81% and 16.09% ($P<0.05$), respectively, and there was no significant difference between TMR and CP group ($P>0.05$). Compared with CK group, the ratio of feed to gain in CP group and TMR group was significantly reduced by 8.46% and 13.39% ($P<0.05$), respectively. 2) The slaughter rate in TMR group was significantly increased by 5.78% and 6.08% ($P<0.05$) compared with CK group and CP group, respectively. There was no significant difference between CP and CK groups ($P>0.05$). There was no significant difference in body weight and *loin muscle* area among groups ($P>0.05$). 3) The serum total protein content in CP group was significantly higher than that in TMR and CK groups ($P<0.05$), and that in TMR group was significantly higher than that in CK group ($P<0.05$); The content of serum urea nitrogen content in TMR and CP groups was significantly lower than that in CK group ($P<0.05$). Serum albumin, total cholesterol and triglyceride contents were not significantly different among groups ($P>0.05$). 4) Compared with CK group, the drip loss and shearing force in TMR group were significantly decreased ($P<0.05$), but there was no significant change compared with CP group ($P>0.05$). The three dietary types had no significant effect on flesh color, pH and cooked meat rate of muscle ($P>0.05$). The results

suggest that compared with the traditional coarse diet, TMR and CP diets can significantly increase the daily gain of fattening *Hu* sheep, reduce the ratio of feed to gain and improve meat quality, and the effect of TMR group is better than that of CP group.

Key words: diet type; *Hu* sheep; growth performance; slaughter performance; meat quality

*Corresponding author, professor, E-mail: dyyu@zju.edu.cn （责任编辑　陈　鑫）